

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 6 月 1 9 日
Date of Application:

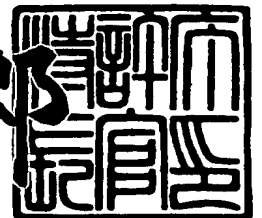
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 7 5 1 2 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 7 5 1 2 0]

出 願 人 株 式 会 社 東 芝
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 4 0 6 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 14303701

【提出日】 平成15年 6月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 31/12

【発明の名称】 MEMS 装置

【請求項の数】 14

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
 マイクロエレクトロニクスセンター内

 【氏名】 北 川 光 彦

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
 マイクロエレクトロニクスセンター内

 【氏名】 相 沢 吉 昭

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

 【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

 【識別番号】 100075812

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

 【識別番号】 100088889

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 橘 谷 英 俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-206049

【出願日】 平成14年 7月15日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102514

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 MEMS 装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光素子を含み光を出射する発光回路と、
前記発光回路から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に
接続された直列回路を有する受光回路と、
前記受光回路によって発生された電圧によって駆動される MEMS 構造部と、
を備えたことを特徴とする MEMS 装置。

【請求項 2】

前記 MEMS 構造部は、RF-MEMS スイッチを備えていることを特徴とする
請求項 1 記載の MEMS 装置。

【請求項 3】

前記 MEMS 構造部は、直列に接続された複数の RF-MEMS スイッチを備
えていることを特徴とする請求項 1 記載の MEMS 装置。

【請求項 4】

前記 MEMS 構造部は、前記 RF-MEMS スイッチとインピーダンス整合さ
れた配線を備えていることを特徴とする請求項 2 または 3 記載の MEMS 装置。

【請求項 5】

前記 MEMS 構造部は、直列に接続された第 1 乃至第 2 の RF-MEMS スイ
ッチと、一端が前記第 1 の RF-MEMS スイッチと第 2 の RF-MEMS スイ
ッチの接続点に接続され、他端が接地電源に接続された第 3 の RF-MEMS ス
イッチとを備えていることを特徴とする請求項 1 記載の MEMS 装置。

【請求項 6】

前記 MEMS 構造部は、並列に接続された複数の RF-MEMS スイッチを備
えていることを特徴とする請求項 1 記載の MEMS 装置。

【請求項 7】

前記 MEMS 構造部は、C 接点の RF-MEMS スイッチを備えていることを
特徴とする請求項 1 記載の MEMS 装置。

【請求項 8】

前記MEMS装置はパッケージ化され、前記発光素子と前記受光回路とはシリコン光チューブによって光結合されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載のMEMS装置。

【請求項 9】

前記発光回路が光の出射を停止することにより、前記受光回路の前記直列回路の両端に生じる電圧を放電させる放電回路を更に備えたことを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載のMEMS装置。

【請求項 10】

前記放電回路は、ドレインが第1の抵抗を介して前記受光回路の高電位側の端子に接続され、ゲートが第2の抵抗を介して前記受光回路の高電位側の端子に接続され、ソースが前記受光回路の低電位側の端子に接続される接合型電界効果トランジスタを備えたことを特徴とする請求項9記載のMEMS装置。

【請求項 11】

第1発光素子を含み光を出射する第1発光回路と、
第2発光素子を含み光を出射する第2発光回路と、
前記第1発光回路から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に接続された直列回路を有する第1受光回路と、
前記第2発光回路から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に接続された直列回路を有する第2受光回路と、
前記第2発光回路が光の発射を停止することにより、前記第2受光回路の前記直列回路の両端に生じる電圧を放電させる放電回路と、
前記第1受光回路の高電位側の端子に接続される第1静電電極と、第2静電電極とを有するRF-MEMSスイッチを含むMEMS構造部と、
前記第1静電電極と前記第2静電電極との間に設けられた抵抗要素と、
ドレインが前記第2静電電極に接続され、ソースが前記第1受光回路の低電位側の端子に接続され、ゲートが前記放電回路を介して前記第2受光回路の高電位側の端子に接続されるMOSスイッチと、
を備えたことを特徴とするMEMS装置。

【請求項 1 2】

第 1 発光素子を含み光を出射する発光回路と、

前記発光回路から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に接続された第 1 直列回路を有する第 1 受光回路と、

前記発光回路から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に接続された第 2 直列回路を有し、この第 2 直列回路の高電位側端子が前記第 1 受光回路の低電位側端子と接続される第 2 受光回路と、

前記第 1 受光回路と並列に接続される抵抗要素と、

ドレインが前記第 2 直列回路の高電位側の端子に接続され、ソースが前記第 2 直列回路の低電位側の端子に接続され、ゲートが前記第 1 直列回路の高電位側端子に接続される接合型電界効果トランジスタと、

前記第 2 受光回路によって発生された電圧によって駆動される MEMS 構造部と、
備えたことを特徴とする MEMS 装置。

【請求項 1 3】

前記受光回路と、前記 MEMS 構造部は同一の半導体チップ上に形成され、前記発光回路と、前記受光回路は光結合部によって光結合していることを特徴とする請求項 1 記載の MEMS 装置。

【請求項 1 4】

前記発光回路と、前記受光回路と、前記 MEMS 構造部は同一の半導体チップ上に形成され、前記発光回路と、前記受光回路は光ガイドによって光結合していることを特徴とする請求項 1 記載の MEMS 装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、MEMS (Micro Electro Mechanical System) 装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

現在、MEMS (Micro Electro Mechanical System (微小電気機械システム

)) は、幾つかの分野では広く実用化されている。このMEMSをRF (Radio Frequency) スイッチに適用すれば、伝送損失を低減できるとともにオフ状態での絶縁性を高めることができるという良好な性能を得ることが可能となる。

【0003】

静電駆動型のRF-MEMSスイッチの模式的構成を図12に示す。図12に示すように、このRF-MEMSスイッチ11は、2つの静電電極11a、11bの間に可動接触子11cと、接点11d、11eとが設けられた構成となっている。接点11dは入力端子13に接続され、接点11eは出力端子14に接続されている。そして、静電電極11a、11bのうち的一方には高電位が印加され、他方には低電位が印加される。

【0004】

このRF-MEMSスイッチの一具体的な構成を図13に示す。図13(a)は、このRF-MEMSスイッチの平面図を示し、図13(b)は、このRF-MEMSスイッチがオープン状態の場合の、図13(a)に示す切断線A-A'で切断したときの断面を示し、図13(c)は、このRF-MEMSスイッチがオープン状態の場合の、図13(a)に示す切断線B-B'で切断したときの断面を示し、図13(d)は、このRF-MEMSスイッチがクローズ状態の場合の、図13(a)に示す切断線A-A'で切断したときの断面を示し、図13(e)は、このRF-MEMSスイッチがクローズ状態の場合の、図13(a)に示す切断線B-B'で切断したときの断面を示す。

【0005】

図13に示すように、静電電極11bは基板30上に固定され、静電電極11aは、基板30上に支点20aが取り付けられた片持ち梁20に固定されている。また、可動接触子11cは、片持ち梁20の支点20aと反対側の端部に設けられ、接点11d、11eは基板30上に設けられている。静電電極11a、11bに電圧が印加されない状態では、図13(b)、(c)に示すように片持ち梁20は撓まず、可動接触子11cは接点11d、11eに接触しない。このため、スイッチ11はオープン状態となっている。これに対して、静電電極11a、11bに電圧が印可されると、図13(d)、(e)に示すように、静電気力

により片持ち梁 20 が撓み、可動接触子 11c が接点 11d、11e と接触し、スイッチ 11 がクローズ状態となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

このような静電駆動型の RF-MEMS スイッチは、伝送損失が少なくかつオフ状態（オープン状態）のときの絶縁性が高いため、携帯無線機器に使用することが検討されている。しかし、静電駆動型の RF-MEMS スイッチは、一般に可動接触子と接点との接着を防止して信頼性を確保するためには、可動接触子のバネ定数を大きくする必要があり、このため、数十 V から数百 V の駆動電圧が必要である。一方、携帯無線機器のバッテリーは数 V であるため、静電駆動型の RF-MEMS スイッチを携帯無線機器に使用しようとした場合、RF-MEMS スイッチ駆動用の電圧を得るには、バッテリーを昇圧するか、静電駆動型の RF-MEMS の駆動電圧をできるだけ低くすることが必要になる。しかし、低い駆動電圧では信頼性が確保できないという問題があった。

【0007】

また、RF-MEMS スイッチの駆動電圧を昇圧するためのパワー IC 回路を RF-MEMS スイッチと一体集積化して形成することが考えられるが、この場合、その昇圧するパワー IC 回路から発生するノイズが RF-MEMS スイッチに悪影響を与えるという問題がある。

【0008】

本発明は、上記事情を考慮してなされたものであって、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることのできる MEMS 装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の態様による MEMS 装置は、発光素子を含み光を出射する発光回路と、前記発光回路から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に接続された直列回路を有する受光回路と、前記受光回路によって発生された電圧によって駆動される MEMS 構造部と、を備えたことを特徴とする。

【0010】

また、本発明の第2の態様によるMEMS装置は、第1発光素子を含み光を出射する第1発光回路と、第2発光素子を含み光を出射する第2発光回路と、前記第1発光回路から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に接続された直列回路を有する第1受光回路と、前記第2発光回路から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に接続された直列回路を有する第2受光回路と、前記第2発光回路が光の発射を停止することにより、前記第2受光回路の前記直列回路の両端に生じる電圧を放電させる放電回路と、前記第1受光回路の高電位側の端子に接続される第1静電電極と、第2静電電極とを有するRF-MEMSスイッチを含むMEMS構造部と、前記第1静電電極と前記第2静電電極との間に設けられた抵抗要素と、ドレインが前記第2静電電極に接続され、ソースが前記第1受光回路の低電位側の端子に接続され、ゲートが前記放電回路を介して前記第2受光回路の高電位側の端子に接続されるMOSスイッチと、を備えたことを特徴とする。

【0011】

また、本発明の第3の態様によるMEMS装置は、第1発光素子を含み光を出射する発光回路と、前記発光回路から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に接続された第1直列回路を有する第1受光回路と、前記発光回路から出射された光を受け電圧を発生する受光素子が複数個直列に接続された第2直列回路を有し、この第2直列回路の高電位側端子が前記第1受光回路の低電位側端子と接続される第2受光回路と、前記第1受光回路と並列に接続される抵抗要素と、ドレインが前記第2直列回路の高電位側の端子に接続され、ソースが前記第2直列回路の低電位側の端子に接続され、ゲートが前記第1直列回路の高電位側端子に接続される接合型電界効果トランジスタと、前記第2受光回路によって発生された電圧によって駆動されるMEMS構造部と、を備えたことを特徴とする。

【0012】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

【0013】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態によるMEMS装置の構成を図1に示す。この実施形態のMEMS装置1は、例えばLED (Light Emitting Diode) またはLD (Laser Diode)、有機発光素子など発光素子2aからなる発光素子回路2と、直列に接続された複数の受光ダイオード $5_1, \dots, 5_n$ からなる受光回路5と、放電回路7と、MEMS (微小電気機械システム) 10とを備えている。本実施形態におけるMEMS 10は、例えば、RF-MEMSスイッチ、MEMSミラー、MEMS光スイッチ、MEMSアクチュエータ等のいずれであっても良い。また、受光回路5および放電回路7は、MEMS 10を駆動する駆動回路4を構成し、1チップ上に形成される。なお、駆動回路4とMEMS 10とを1チップ上に形成することも可能である。

【0014】

数Vの入力電圧を発光素子回路2に印加すると、発光素子回路2から光が発射される。この発射された光を、受光回路5を構成する受光ダイオード 5_i ($i = 1, \dots, n$) が受光すると、各受光ダイオード 5_i のアノードとカソードとの間に所定の電圧が生じる。受光ダイオード 5_i ($i = 1, \dots, n$) の個数 n を調節することにより、受光回路5の両端には、発光素子2aへの入力入力の10倍以上、例えば10V~40V以上の電圧を発生することが可能となる。このような高電圧が受光回路5の両端に生じると、この高電圧は放電回路7を介してMEMS 10の制御電極に印加され、MEMS 10が動作する。なお、このMEMS 10の動作の停止は、発光素子回路2からの光の発射を停止することにより、放電回路7によって上記制御電極間を短絡させことによって可能となる。

【0015】

このように本実施形態においては、MEMS 10を駆動するための高い電圧は、複数の受光ダイオード(例えば太陽電池) 5_i ($i = 1, \dots, n$) を直列に接続した受光回路5によって得ている。また、実際の駆動部は、受光回路5と光によりアイソレーションされた発光素子回路2である。この発光素子回路2は、直列に接続する必要は無く、1V~数Vの電圧で動作させることが可能である。

このような構成にすることにより、数Vの入力電圧で、数十Vから数百Vの、MEMSの駆動電圧を、AC（交流）でもDC（直流）でも、自在に得ることが可能である。これにより、高性能でかつ高い信頼性を得ることができる。なお、MEMSの駆動電圧としては、60V以上、100V以上、または600V以上が好ましいものもあり、これらの駆動電圧は上述の受光回路5によって得ることが可能であり、より良い性能を得ることができる。

【0016】

また、駆動部となる発光素子回路2と駆動電圧を発生する受光回路5とが電氣的に絶縁されているので、従来のように昇圧用のパワーIC回路をモジュール化して使用する場合、または特にMEMSとパワーICを一体集積化する場合に比べて、発生するノイズを少なくすることが可能となり、MEMS10に悪影響を与えることを可及的に防止することができる。更にMEMS10が静電駆動型の場合には、発光素子回路2および受光回路5からなる昇圧部とMEMS10の静電駆動部とによって2重に電氣的に絶縁されているので、ノイズに対するより良い絶縁を得ることができる。

【0017】

また、本実施形態においては、駆動電圧を発生する受光回路5が直列接続した受光ダイオードから構成されているので、従来の昇圧用パワーIC回路に比べて高耐圧化が可能となるとともにより良い昇圧波形を得ることができる。

【0018】

また、従来の昇圧用のパワーIC回路に比べて部品点数を少なくすることができる。

【0019】

更に、本実施形態においては、駆動電圧発生部が直列接続された受光ダイオードから構成されているのでMEMS10がセンサであれば、ダイナミックレンジを大きく取ることができる。

【0020】

なお、本実施形態のMEMS10は、静電駆動型であっても良いし、他のタイプ（例えば磁気を用いるMEMS等）であっても良いことは言うまでもない。

【0021】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態によるMEMS装置の構成を図2に示す。この第2実施形態のMEMS装置1Aは、第1実施形態のMEMS装置1において、MEMS10をRF-MEMSスイッチ11に置き換えた構成となっている。RF-MEMSスイッチ11は、静電駆動型であって、静電電極11a、11bと、可動接触子11cと、接点11d、11eと、入力端子13と、出力端子14とを備えている。接点11dは入力端子13に接続され、接点11eは出力端子14に接続されている。そして、静電電極11a、11bのうち的一方には高電位が印加され、他方には低電位が印加される。このRF-MEMSスイッチ11の具体的な構成は、例えば従来例で説明した図13に示すような構成とすることができる。

【0022】

また、放電回路7の一具体的な構成を図3に示す。図3において、放電回路7は、接合型FET8と、抵抗R1、R2とを備えている。接合型FET8は、ドレインが抵抗R1を介して受光回路5を構成する受光ダイオード5₁のアノードに接続され、ゲートが抵抗R2を介して受光回路5を構成する受光ダイオード5₁のアノードに接続され、ソースが受光回路5を構成する受光ダイオード5_nのカソードに接続された構成となっている。また、本実施形態においては、接合型FET8のドレインはRF-MEMS11の静電電極11bに接続され、ソースはRF-MEMS11の静電電極11aに接続される。

【0023】

この実施形態においては、接合型FET8はノーマリオン型であって、発光素子回路2が発光して、受光回路5の両端に駆動電圧が生じると、オフ状態となる。そして、この駆動電圧は図3に示す放電回路7を介してRF-MEMSスイッチ11の静電電極11a、11bに印加される。すると、可動接触子11cが接点に接触し、RF-MEMSスイッチ11がオン状態となり、入力端子13と出力端子14が導通する。また、発光素子回路2が光の放射を停止すると、受光回路5の両端の電位差は零となり、放電回路7を構成する接合型FET8のゲート

に印加される電位も零になることにより接合型 FET がオン状態になる。これにより、静電電極 11a、11b 間が短絡し、RF-MEMS スイッチ 11 がオフ状態となる。なお、本実施形態においては、RF-MEMS スイッチ 11 は、通常時はオフ状態で、静電電極 11a、11b 間に電圧を印加することにより、オン状態となったが、通常時はオン状態で、静電電極 11a、11b 間に電圧を印加すればオフ状態となる RF-MEMS スイッチであっても良い。

【0024】

以上説明したように、本実施形態によれば、第 1 実施形態と同様に、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。また、従来の場合に比べて部品点数を少なくでき、更に高耐圧化が可能となるとともにより良い昇圧波形を得ることができる。

【0025】

(第 3 実施形態)

次に、本発明の第 3 実施形態による MEMS 装置の構成を図 4 に示す。この第 3 実施形態による MEMS 装置 1B は、第 2 の実施形態において、RF-MEMS スイッチ 11 とインピーダンス整合された配線 15 を新たに追加した構成となっている。

【0026】

この第 3 実施形態も第 2 実施形態と同様な効果を奏することは云うまでもない。

【0027】

(第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態による MEMS 装置の構成を図 5 に示す。この第 4 実施形態による MEMS 装置 1C は、第 2 実施形態において、RF-MEMS スイッチ 11 の代わりに、直列に接続された 2 個の RF-MEMS スイッチ 11₁、11₂ を設けた構成となっている。

【0028】

RF-MEMS スイッチ 11₁ は、静電駆動型であって、静電電極 11a₁、11b₁ と、可動接触子 11c₁ と、接点 11d₁、11e₁ とを備えている。

RF-MEMSスイッチ112は、静電駆動型であって、静電電極11a2, 11b2と、可動接触子11c2と、接点11d2, 11e2とを備えている。そして接点11d1は入力端子13に接続され、接点11e1は接点11d2に接続され、接点11e2は出力端子14に接続されている。そして、静電電極11a1、11a2は共通に接続されて低電位が印加され、11b1、11b2は共通に接続されて高電位が印加される。

【0029】

この実施形態においては、RF-MEMSスイッチが2個直列に接続された構成となっているので、より低容量（高周波）特性を実現することができる。また、本実施形態では、RF-MEMSスイッチが2個直列に接続された構成となっていたが、RF-MEMSスイッチが3個以上直列に接続される構成であっても良く、この場合は、本実施形態よりも更なる低容量（高周波）特性を実現することができる。

【0030】

なお、この第4実施形態も第2実施形態と同様の効果を奏することは言うまでもない。

【0031】

（第5実施形態）

次に、本発明の第5実施形態によるMEMS装置の構成を図6に示す。この第5実施形態によるMEMS装置1Dは、図5に示す第4実施形態において、直列に接続された2個のRF-MEMSスイッチ111, 112とインピーダンス整合された配線15を新たに追加した構成となっている。

【0032】

この第5実施形態も第4実施形態と同様の効果を奏することは言うまでもない。

【0033】

（第6実施形態）

次に、本発明の第6実施形態によるMEMS装置の構成を図7に示す。この第6実施形態のMEMS装置1Eは、図5に示す第4実施形態のMEMS装置1C

において、新たにRF-MEMSスイッチ113を設けた構成となっている。

【0034】

RF-MEMSスイッチ113は、静電駆動型であって、静電電極11a3, 11b3と、可動接触子11c3と、接点11d3, 11e3とを備えている。接点11e3は、RF-MEMSスイッチ111の接点11e1とRF-MEMSスイッチ112の接点11d2との接続点に接続され、接点11d3は接地電源に接続される。また、静電電極11b3は静電電極11b1, 11b2と共通に接続されて高電位が印加される。

【0035】

この実施形態は、第4実施形態と同様に、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができるとともに、第4実施形態に比べて更に良い低容量（高周波）特性を得ることができる。

【0036】

（第7実施形態）

次に、本発明の第7実施形態によるMEMS装置の構成を図8に示す。この第7実施形態のMEMS装置1Fは、図2に示す第2実施形態のMEMS装置1Aにおいて、RF-MEMSスイッチ11の代わりにC接点のRF-MEMSスイッチ17を設けた構成となっている。

【0037】

このRF-MEMSスイッチ17は、入力端子18に接続された可動接触子17aと、出力端子19aに接続された接点17bと、出力端子19bに接続された接点17cとを備えている。入力端子18は、放電回路7を介して受光回路5の高電位側に接続された構成となっている。通常時は、スイッチ17の可動接触子17aは接点17b、17cのうちの一方に接続され、発光素子回路2から光が発射されて受光回路5の両端に電圧が発生すると可動接触子17aが動作して接点17b、17cのうちの他方に接続される。

【0038】

この実施形態も第2実施形態と同様に、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

【0039】

(第8実施形態)

次に、本発明の第8実施形態によるMEMS装置の構成を図9に示す。この第8実施形態のMEMS装置40は、LEDチップ42と、シリコン光チューブ44と、MOSFET駆動チップ46と、MOSFET駆動チップ46と電氣的に接続されたMEMSが形成されたMEMSチップ48, 50とを備え、これらの構成要素は、パッケージ化されている。LEDチップ42は、第1乃至第7実施形態における発光素子回路2を有しており、MOSFET駆動チップ46は、第1乃至第7実施形態の受光回路5および放電回路7を有している。また、発光素子回路2と受光回路5がシリコン光チューブ44によって光結合され、発光素子回路2から出射された光はシリコン光チューブ44を通過してほぼ漏れることなく受光回路5に到達する。この実施形態においては、LEDチップ42とMOSFET駆動チップ46とは対向して配置されているが、同一面上に並べて配置し、シリコン光チューブ44によって光結合するように構成しても良い。

【0040】

この第8実施形態も第1実施形態と同様にノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

【0041】

(第9実施形態)

次に、本発明の第9実施形態によるMEMS装置の構成を図10に示す。この第9実施形態のMEMS装置40Aは、LEDチップ42と、シリコン光チューブ44と、MOSFET駆動チップ46と、MOSFET駆動チップ46と電氣的に接続されたMEMSスイッチが形成されたMEMSチップ48a, 50aと、これらのMOSFET駆動チップ46, MEMSチップ48a, 50aとインピーダンス整合された配線52とを備え、これらの構成要素は、パッケージ化されている。LEDチップ42は、第1乃至第7実施形態における発光素子回路2を有しており、MOSFET駆動チップ46は、第1乃至第7実施形態の受光回路5および放電回路7を有している。また、発光素子回路2と受光回路5がシリコン光チューブ44によって光結合され、発光素子回路2から出射された光はシ

リコン光チューブ 44 を通ってほぼ漏れることなく受光回路 5 に到達する。この実施形態においては、LED チップ 42 と MOSFET 駆動チップ 46 とは対向して配置されているが、同一面上に並べて配置し、シリコン光チューブ 44 によって光結合するように構成しても良い。

【0042】

なお、この実施形態においては、MEMS チップ 48a を構成する MEMS スイッチがオン状態のときには MEMS チップ 50a を構成する MEMS スイッチがオフ状態となり、MEMS チップ 48a を構成する MEMS スイッチがオフ状態のときには MEMS チップ 50a を構成する MEMS スイッチがオン状態となるように構成されている。また、配線 52 は接地電源に接続されている。

【0043】

この第 9 実施形態も第 1 実施形態と同様にノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

【0044】

(第 10 実施形態)

次に、本発明の第 10 実施形態による MEMS 装置の構成を図 11 に示す。この第 10 実施形態の MEMS 装置 40B は、LED チップ 42 と、シリコン光チューブ 44 と、MOSFET 駆動チップ 46 と、MOSFET 駆動チップ 46 と電気的に接続された MEMS スイッチが形成された MEMS チップ 48b、50b と、これらの MOSFET 駆動チップ 46、MEMS チップ 48b、50b とインピーダンス整合された配線 52 とを備え、これらの構成要素は、パッケージ化されている。LED チップ 42 は、第 1 乃至第 7 実施形態における発光素子回路 2 を有しており、MOSFET 駆動チップ 46 は、第 1 乃至第 7 実施形態の受光回路 5 および放電回路 7 を有している。また、発光素子回路 2 と受光回路 5 がシリコン光チューブ 44 によって光結合され、発光素子回路 2 から出射された光はシリコン光チューブ 44 を通ってほぼ漏れることなく受光回路 5 に到達する。この実施形態においては、LED チップ 42 と MOSFET 駆動チップ 46 とは対向して配置されているが、同一面上に並べて配置し、シリコン光チューブ 44 によって光結合するように構成しても良い。

【0045】

なお、この実施形態においては、MEMSチップ48bを構成するMEMSスイッチとMEMSチップ50bを構成するMEMSスイッチは、共にオンまたはオフ状態となるように構成されている。

【0046】

この第10実施形態も第1実施形態と同様にノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

【0047】

(第11実施形態)

次に、本発明の第11実施形態によるMEMS装置の構成を図14に示す。この第11実施形態によるMEMS装置は、図2に示す第2実施形態のMEMS装置において、発光素子回路2'と、受光回路5'と、MOSスイッチ70と、抵抗72とを新たに設けた構成となっている。発光素子回路2'は、例えばLED (Light Emitting Diode) またはLD (Laser Diode) など発光素子2aから構成され、受光回路5'は、直列に接続された複数の受光ダイオード5₁, ..., 5_nから構成される。MOSスイッチ70のゲートは放電回路7を介して受光回路5'の高電位側と接続され、ソースまたはドレインのうちの一方が受光回路5の低電位側に接続され、他方がRF-MEMSスイッチ11の静電電極11aに接続された構成となっている。抵抗72の一端はRF-MEMSスイッチ11の静電電極11aに接続され、他端がRF-MEMSスイッチ11の静電電極11bに接続された構成となっている。

【0048】

次に、本実施形態の動作を説明する。まず、受光回路2から光が発射されると、受光回路5の両端に高電圧が発生するが、MOSゲート70がオフしているので、RF-MEMSスイッチ11の静電電極11a、11bには同電位となり、同じ電荷がチャージされる。このため、静電斥力が可動接触子11cに作用し、可動接触子11cと接点11d, 11e間の距離が大きくなり、より確実なスイッチオフ状態が可能となる。このような状態で、発光素子回路2'から光を受光回路5'に発射すると、受光回路5'の両端に高電圧が発生する。すると、受光

回路 5' の高電位は、放電回路 7 を介して、MOS スイッチ 70 のゲートに印加され、MOS スイッチ 70 がオンする。すると、抵抗 72 に電流が流れ、RF-MEMS スイッチ 11 の静電電極 11a、11b には異なる電荷がチャージされる。これにより、静電引力が可動接触子 11c に作用し、可動接触子 11c が接点 11d、11e に接するようになり、確実なスイッチオン状態となる。

【0049】

この実施形態も第 2 実施形態と同様に、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

【0050】

このような、静電気の引力と斥力を使い分ける回路を、これまで説明した基本構成に付加することで、より確実かつ高い信頼性での MEMS 動作が可能である。

【0051】

引力と斥力を有効に使い分ける回路または構造は、RF-MEMS だけではなく、MEMS ミラー、アクチュエータその他 MEMS の信頼性向上にも有効であることは言うまでもない。

【0052】

(第 12 実施形態)

次に、本発明の第 12 実施形態による MEMS 装置の構成を図 15 に示す。この第 12 実施形態による MEMS 装置 1G は、図 2 に示す第 2 実施形態の MEMS 装置 1A において、受光回路 5 を受光部 5A に置き換えた構成となっている。受光部 5A は、放電回路制御用受光回路 5a と、MEMS 駆動用受光回路 5b とを備えている。受光回路 5a は直列に接続された複数の受光ダイオード 5a₁、
・ ・ ・、5a_m から構成され、受光回路 5b は直列に接続された複数の受光ダイオード 5b₁、
・ ・ ・、5b_n から構成されている。受光回路 5a と受光回路 5b は直列に接続された構成、すなわち受光回路 5a を構成する受光ダイオード 5a_m のカソードが受光回路 5b を構成する受光ダイオード 5b₁ のアノードに接続された構成となっている。そして、本実施形態においては、発光素子回路 2 は、受光回路 5a および受光回路 5b の両方に光を発射する。

【0053】

放電回路7は、受光回路5aと並列に接続された抵抗Rと、接合型FET8を備えている。接合型FET8は、ドレインが受光回路5a、受光回路5bの接続点、すなわち受光回路5bを構成する受光ダイオード5b₁のアノードに接続され、ゲートが抵抗Rを介して受光回路5aを構成する受光ダイオード5a₁のアノードに接続され、ソースが受光回路5bを構成する受光ダイオード5b_nのカソードに接続された構成となっている。また、本実施形態においては、接合型FET8のドレインは、図2に示すRF-MEMS11の静電電極11bに接続され、ソースはRF-MEMS11の静電電極11aに接続される。

【0054】

この実施形態においては、接合型FET8はノーマリオン型であって、発光素子回路2が発光して、受光回路5a、5bの両端に駆動電圧が生じると、オフ状態となる。そして、この駆動電圧は放電回路7を介して図2に示すRF-MEMSスイッチ11の静電電極11a、11bに印加される。すると、可動接触子11cが接点に接触し、RF-MEMSスイッチ11がオン状態となり、入力端子13と出力端子14が導通する。また、発光素子回路2が光の放射を停止すると、受光回路5a、5bの両端の電位差は零となり、放電回路7を構成する接合型FET8のゲートに印加される電位も零になることにより接合型FETがオン状態になる。これにより、静電電極11a、11b間が短絡し、RF-MEMSスイッチ11がオフ状態となる。

【0055】

なお、本実施形態においては、RF-MEMSスイッチ11は、通常時はオフ状態で、静電電極11a、11b間に電圧を印加することにより、オン状態となったが、通常時はオン状態で、静電電極11a、11b間に電圧を印加すればオフ状態となるRF-MEMSスイッチであっても良い。

【0056】

また、本実施形態においては、受光部5Aは、直列に接続された2個の受光回路5a、5bから構成されていたが、3個以上の受光回路から構成しても良い。

【0057】

以上説明したように、本実施形態によれば、第2実施形態と同様に、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。また、従来の場合に比べて部品点数を少なくでき、更に高耐圧化が可能となるとともにより良い昇圧波形を得ることができる。

【0058】

(第13実施形態)

次に、本発明の第13実施形態によるMEMS装置を図16を参照して説明する。図16は、第13実施形態によるMEMS装置の構成を示す断面図である。この実施形態のMEMS装置は、発光素子60と、光結合部62と、受光素子64と、放電回路を含む制御部66と、MEMS68とを備えている。受光素子64と、制御部66と、MEMS68とは同一半導体チップ70上に形成されている。しかし、発光素子60は半導体チップ70上には形成されていない。発光素子60は受光素子64とは光結合部62により接続されている。光結合部62は例えばシリコン光チューブから構成される。

【0059】

発光素子60は、例えばLEDから構成されている。なお、発光素子60は、LD、有機EL、シリコンベースの発光素子、その他のいずれかであっても良い。この発光素子60から発射された光は、受光素子64によって電圧に変換される。受光素子64から発生した電圧によって制御部66がMEMS68を制御する。

【0060】

このように構成したことにより、本実施形態も、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

【0061】

(第14実施形態)

次に、本発明の第14実施形態によるMEMS装置を図17を参照して説明する。図17は、第14実施形態によるMEMS装置の構成を示す断面図である。この実施形態のMEMS装置は、発光素子60と、光ガイド62と、受光素子64と、放電回路を含む制御部66と、MEMS68とを備えている。発光素子6

0と、受光素子64と、制御部66と、MEMS68とは同一半導体チップ70に形成されている。そして、発光素子60は光ガイド62により受光素子64と接続されている。

【0062】

発光素子60は、例えばLEDから構成されている。なお、発光素子60は、LD、有機EL、シリコンベースの発光素子、その他のいずれかであっても良い。この発光素子60から発射された光は、光ガイド62を介して受光素子64に送信される。この送信された光は受光素子64によって電圧に変換される。受光素子64から発生した電圧によって制御部66がMEMS68を制御する。

【0063】

このように構成したことにより、本実施形態も、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

【0064】

(第15実施形態)

次に、本発明の第15実施形態によるMEMS装置の構成を図18に示す。この第15実施形態によるMEMS装置1Hは、第2実施形態において、RF-MEMSスイッチ11の代わりに、独立した2個のRF-MEMSスイッチ11₁、11₂を設けた構成となっている。

【0065】

RF-MEMSスイッチ11₁は、静電駆動型であって、静電電極11a₁、11b₁と、可動接触子11c₁と、接点11d₁、11e₁とを備えている。RF-MEMSスイッチ11₂は、静電駆動型であって、静電電極11a₂、11b₂と、可動接触子11c₂と、接点11d₂、11e₂とを備えている。そして接点11d₁は入力端子13₁に接続され、接点11e₁は出力端子14₁に接続されている。接点11d₂は入力端子13₂に接続され、接点11e₂は出力端子14₂に接続されている。そして、静電電極11a₁、11a₂は共通に接続されて低電位が印加され、静電電極11b₁、11b₂は共通に接続されて高電位が印加される。すなわち、本実施形態においては、RF-MEMSスイッチ11₁、11₂にはそれぞれ異なる入力が入力されるが、スイッチとしては

同時にONになるかまたはOFF状態となる。

【0066】

なお、この第15実施形態も第2実施形態と同様の効果を奏することは言うまでもない。この第15実施形態において、2個の独立したRF-MEMSスイッチを備えていたが、3個以上の独立したRF-MEMSスイッチを備えるように構成しても良い。この場合、全てのRF-MEMSスイッチは同時にON状態となるか、またはOFF状態となる。また、各RF-MEMSスイッチに直列接続される他のRF-MEMSスイッチを設けるように構成しても良い。

【0067】

(第16実施形態)

次に、本発明の第16実施形態によるMEMS装置の構成を図19に示す。この第16実施形態によるMEMS装置1Jは、第2実施形態において、RF-MEMSスイッチ11の代わりに、独立した2個のRF-MEMSスイッチ11₁、11₂を設けた構成となっている。

【0068】

RF-MEMSスイッチ11₁は、静電駆動型であって、静電電極11a₁、11b₁と、可動接触子11c₁と、接点11d₁、11e₁とを備えている。RF-MEMSスイッチ11₂は、静電駆動型であって、静電電極11a₂、11b₂と、可動接触子11c₂と、接点11d₂、11e₂とを備えている。そして接点11d₁は入力端子13₁に接続され、接点11e₁は出力端子14₁に接続されている。接点11d₂は入力端子13₂に接続され、接点11e₂は出力端子14₂に接続されている。そして、静電電極11a₁、11b₂は共通に接続されて低電位が印加され、静電電極11b₁、11a₂は共通に接続されて高電位が印加される。すなわち、本実施形態においては、RF-MEMSスイッチ11₁、11₂にはそれぞれ異なる入力が入力されるが、スイッチとしては一方のRF-MEMSスイッチがONのときは他方のRF-MEMSスイッチがOFF状態となるように接続されている。

【0069】

なお、この第16実施形態も第2実施形態と同様の効果を奏することは言うま

でもない。また、各RF-MEMSスイッチに直列接続される他のRF-MEMSスイッチを設けるように構成しても良い。

【0070】

(第17実施形態)

次に、本発明の第17実施形態によるMEMS装置の構成を図20に示す。この第17実施形態によるMEMS装置1Kは、第15実施形態において、RF-MEMSスイッチ11₁の入力端子13₁とRF-MEMSスイッチ11₂の入力端子13₂を共通に接続するとともに、RF-MEMSスイッチ11₁の出力端子14₁とRF-MEMSスイッチ11₂の出力端子14₂を共通に接続するように構成となっている。すなわち、RF-MEMSスイッチ11₁とRF-MEMSスイッチ11₂は並列に接続された構成となっている。

【0071】

このような構成とすることにより、入力端子13に入力する電流を分流させることが可能となり、第2実施形態のMEMS装置のRF-MEMSスイッチ11に較べて本実施形態のRF-MEMSスイッチの容量を小さくすることができる。

【0072】

なお、この第17実施形態も第2実施形態と同様の効果を奏することは言うまでもない。この第17実施形態においては、2個のRF-MEMSスイッチが並列に接続されていたが、3個以上のRF-MEMSスイッチを並列に接続するように構成しても良い。

【0073】

上記実施形態においては、RF-MEMSスイッチは、制御用電圧が印加されないときにはOFF状態となるスイッチであったが、制御用電圧が印加されていないときにON状態となるスイッチであっても良く、C接点のRF-MEMSスイッチであっても良い。

【0074】

また、上記実施形態においては、MEMSがRF-MEMSスイッチである場合について説明したが、フォトダイオードアレイで発生した高い電圧によって駆

動されるMEMS構造は、ミラーや光スイッチ、アクチュエータ等、機械的な形状の変化により信号を制御するあらゆる構造に対して有効である。

【0075】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図2】

本発明の第2実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図3】

本発明に係る放電回路の一具体例の構成を示す回路図。

【図4】

本発明の第3実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図5】

本発明の第4実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図6】

本発明の第5実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図7】

本発明の第6実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図8】

本発明の第7実施形態によるMEMS装置の構成を示すブロック図。

【図9】

本発明の第8実施形態によるMEMS装置の構成を示す断面図。

【図10】

本発明の第9実施形態によるMEMS装置の構成を示す断面図。

【図11】

本発明の第10実施形態によるMEMS装置の構成を示す断面図。

【図 12】

RF-MEMS スイッチの一般的な構成を示すブロック図。

【図 13】

RF-MEMS スイッチの一具体的な構成を示す図。

【図 14】

本発明の第 11 実施形態による MEMS 装置の構成を示すブロック図。

【図 15】

本発明の第 12 実施形態による MEMS 装置の構成を示す回路図。

【図 16】

本発明の第 13 実施形態による MEMS 装置の構成を示す断面図。

【図 17】

本発明の第 14 実施形態による MEMS 装置の構成を示す断面図。

【図 18】

本発明の第 15 実施形態による MEMS 装置の構成を示すブロック図。

【図 19】

本発明の第 16 実施形態による MEMS 装置の構成を示すブロック図。

【図 20】

本発明の第 17 実施形態による MEMS 装置の構成を示すブロック図。

【符号の説明】

- 2 発光素子回路
- 2a 発光ダイオード
- 4 駆動回路
- 5 受光回路
- 5_i ($i = 1, \dots, n$) 受光ダイオード
- 7 放電回路
- 8 接合型 FET
- 10 MEMS
- 11 RF-MEMS スイッチ
- 11a、11b 静電電極

1 1 c 可動接触子

1 1 d、1 1 e 接点

1 3 入力端子

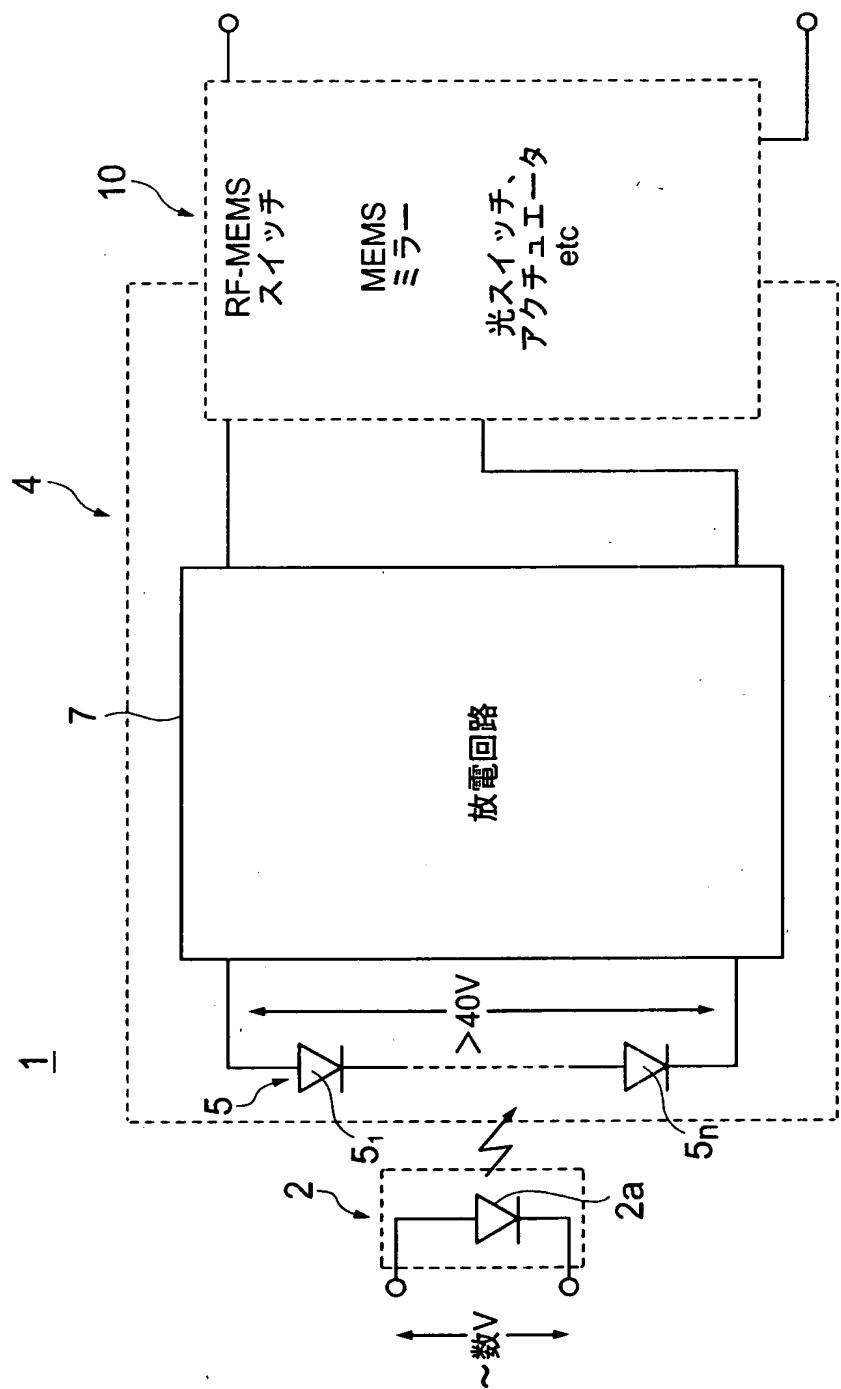
1 4 出力端子

7 0 MOSスイッチ

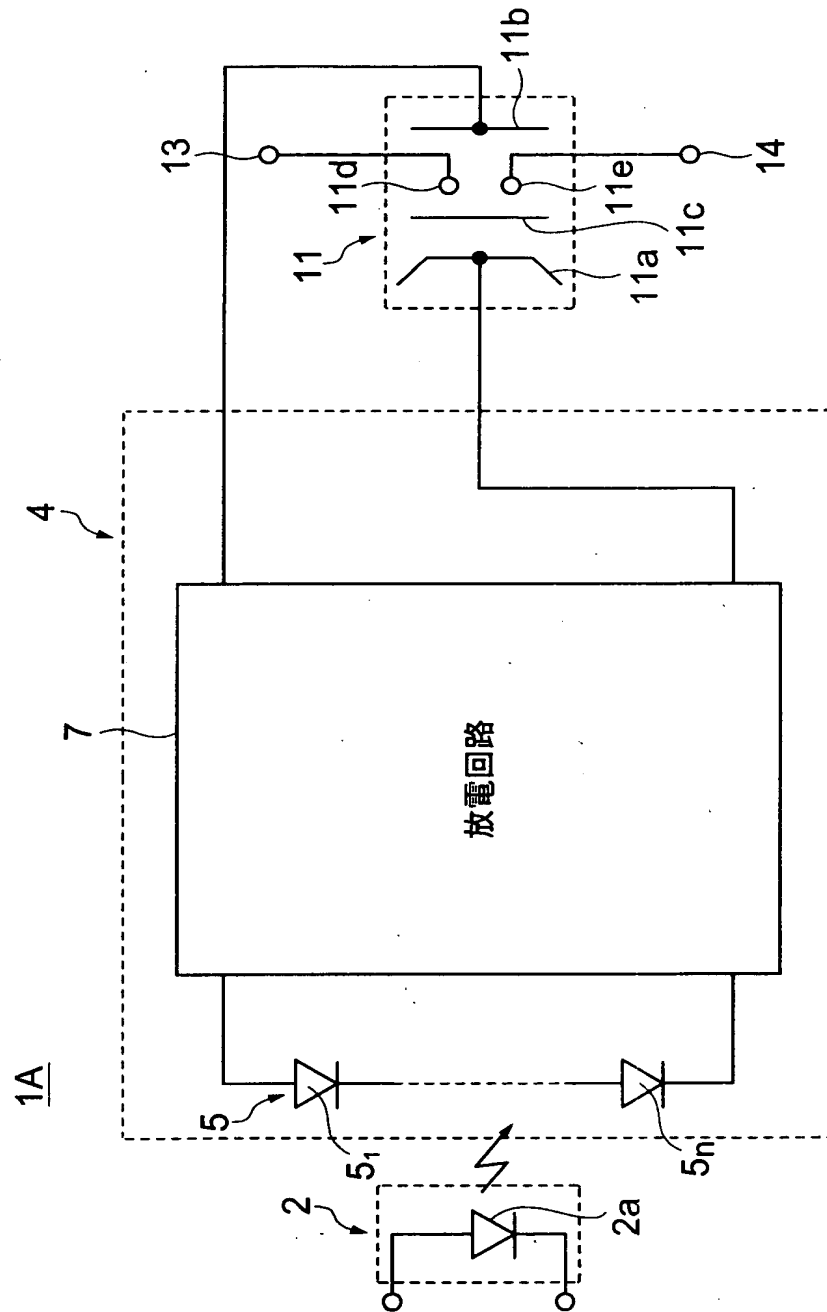
7 2 抵抗

【書類名】 図面

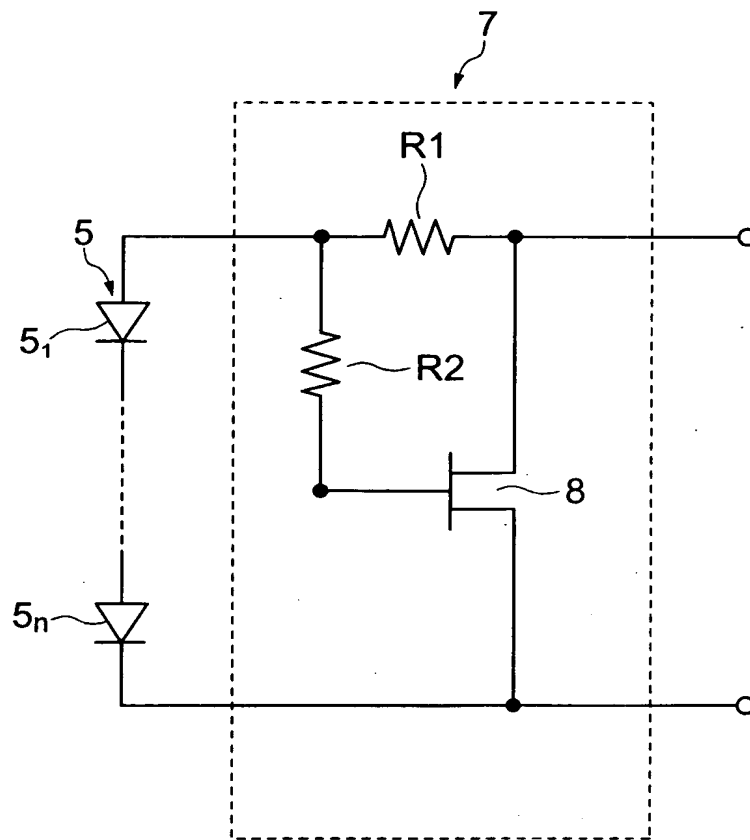
【図 1】



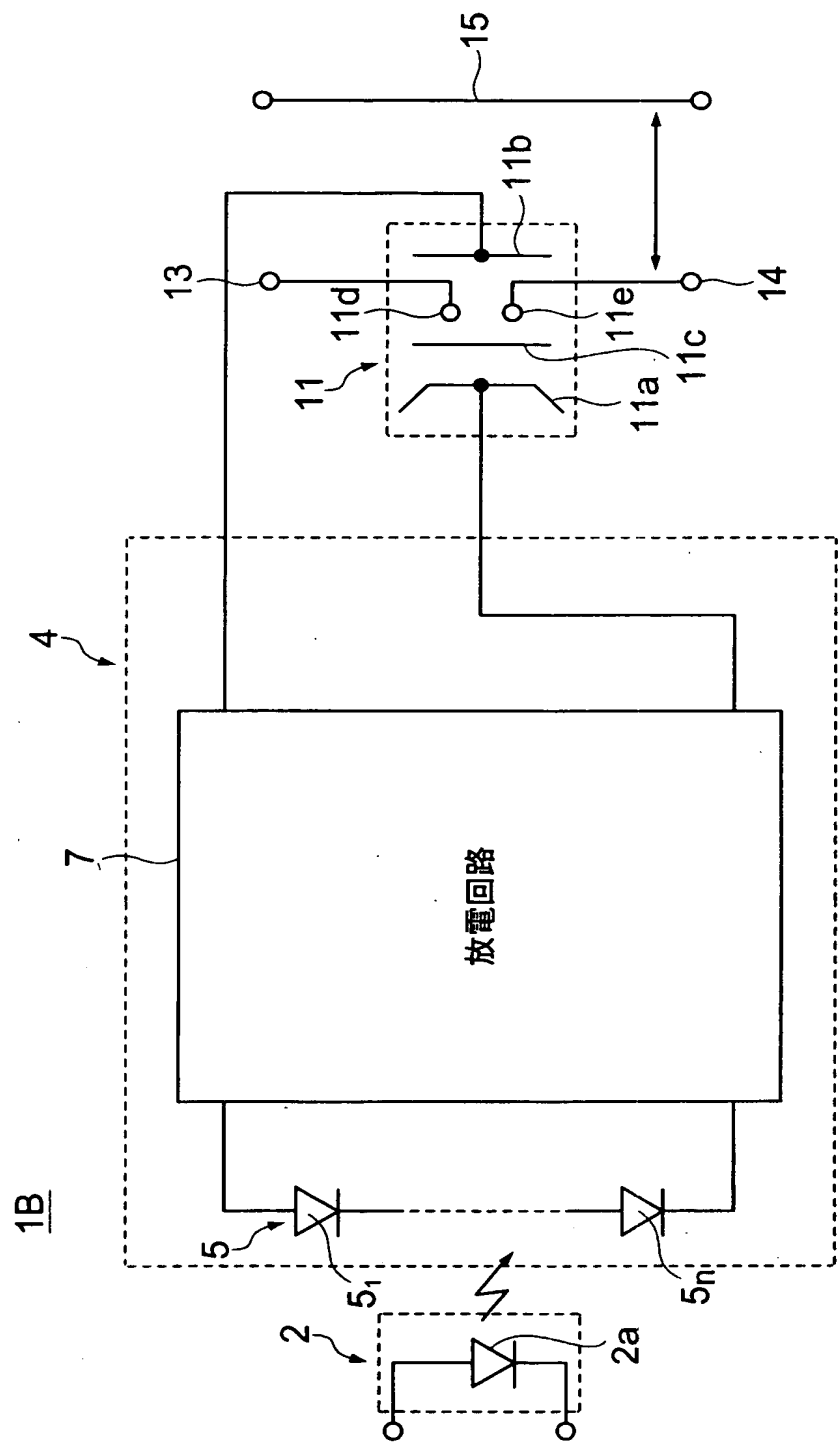
【図 2】



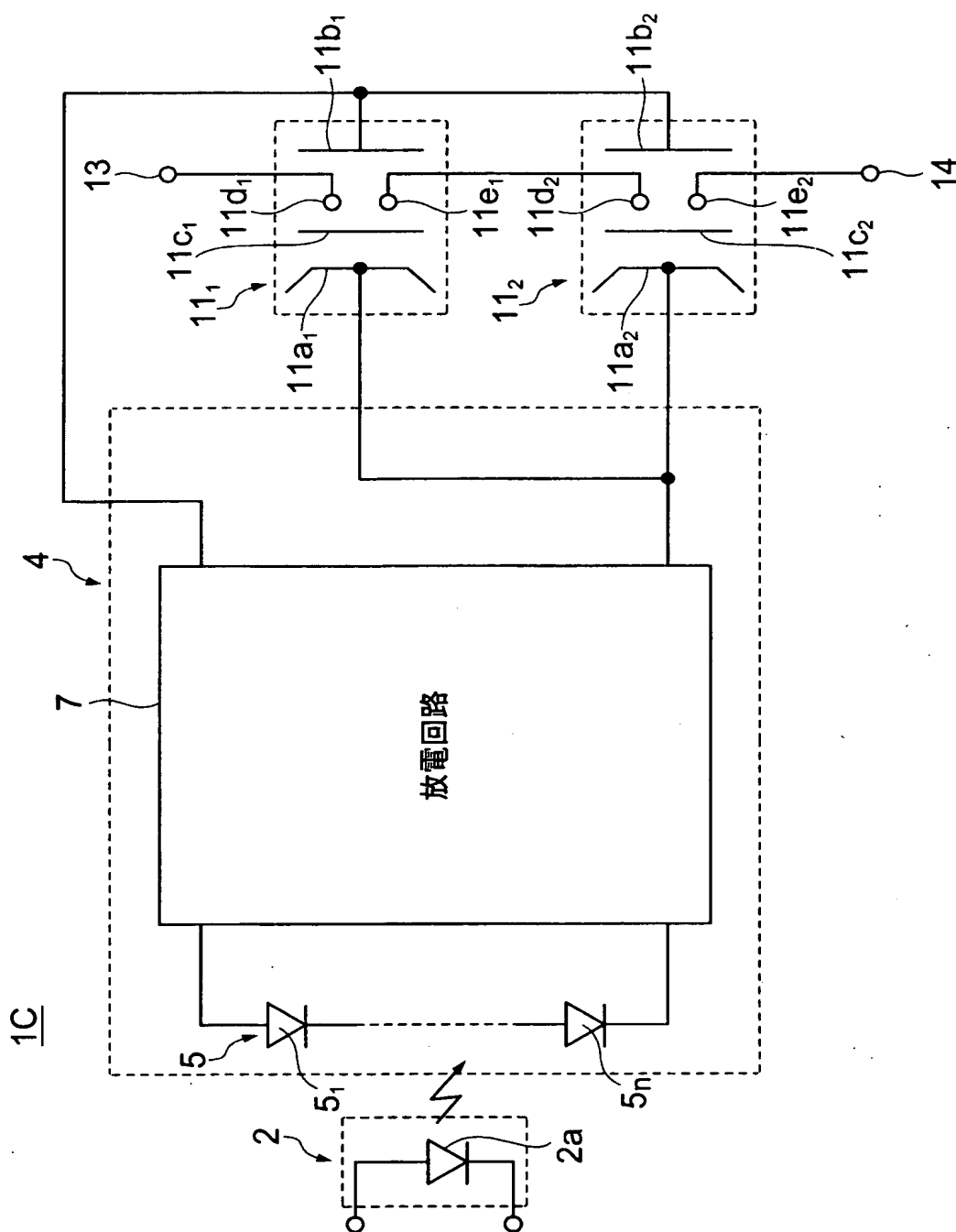
【図 3】



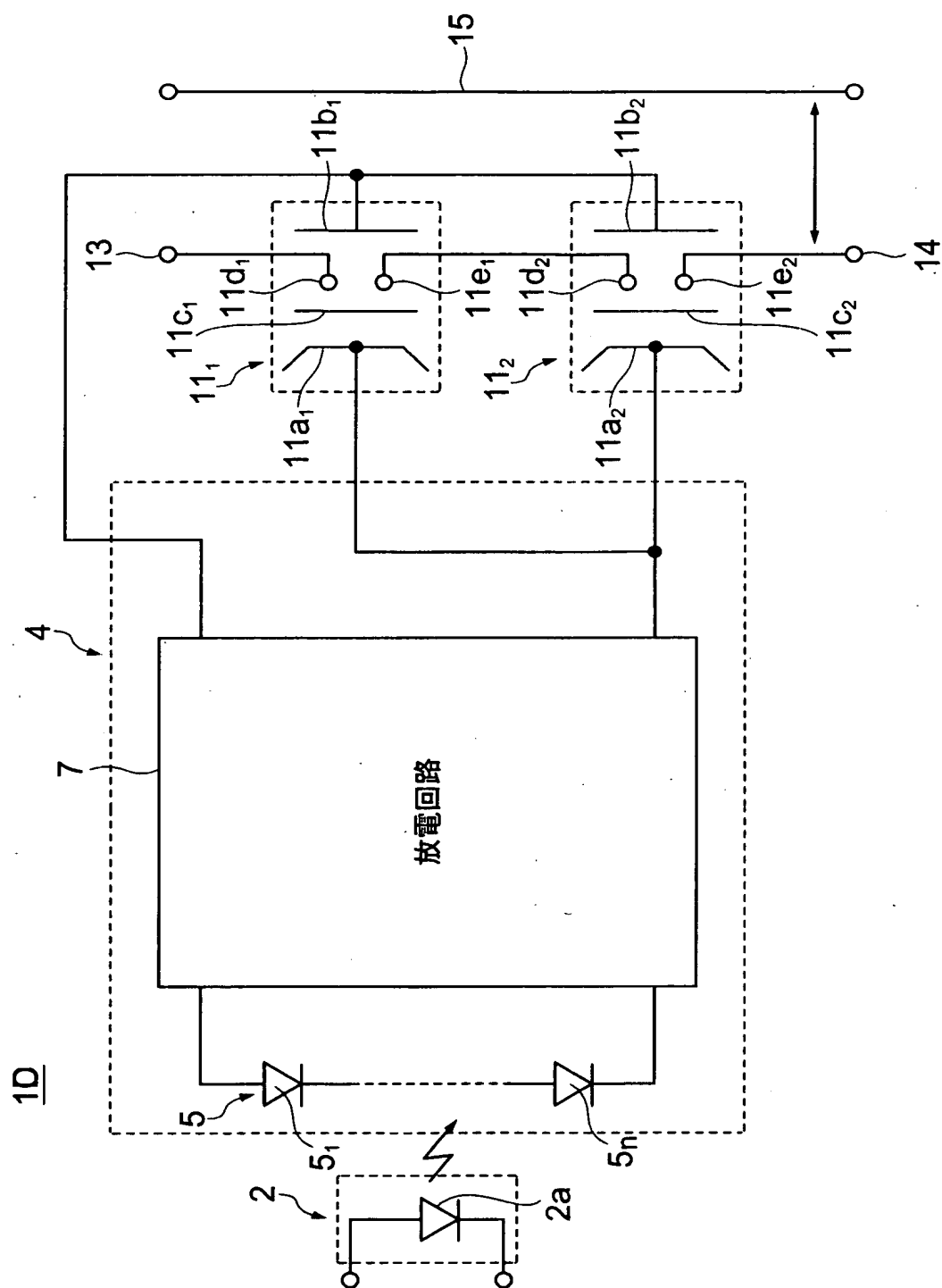
【図 4】



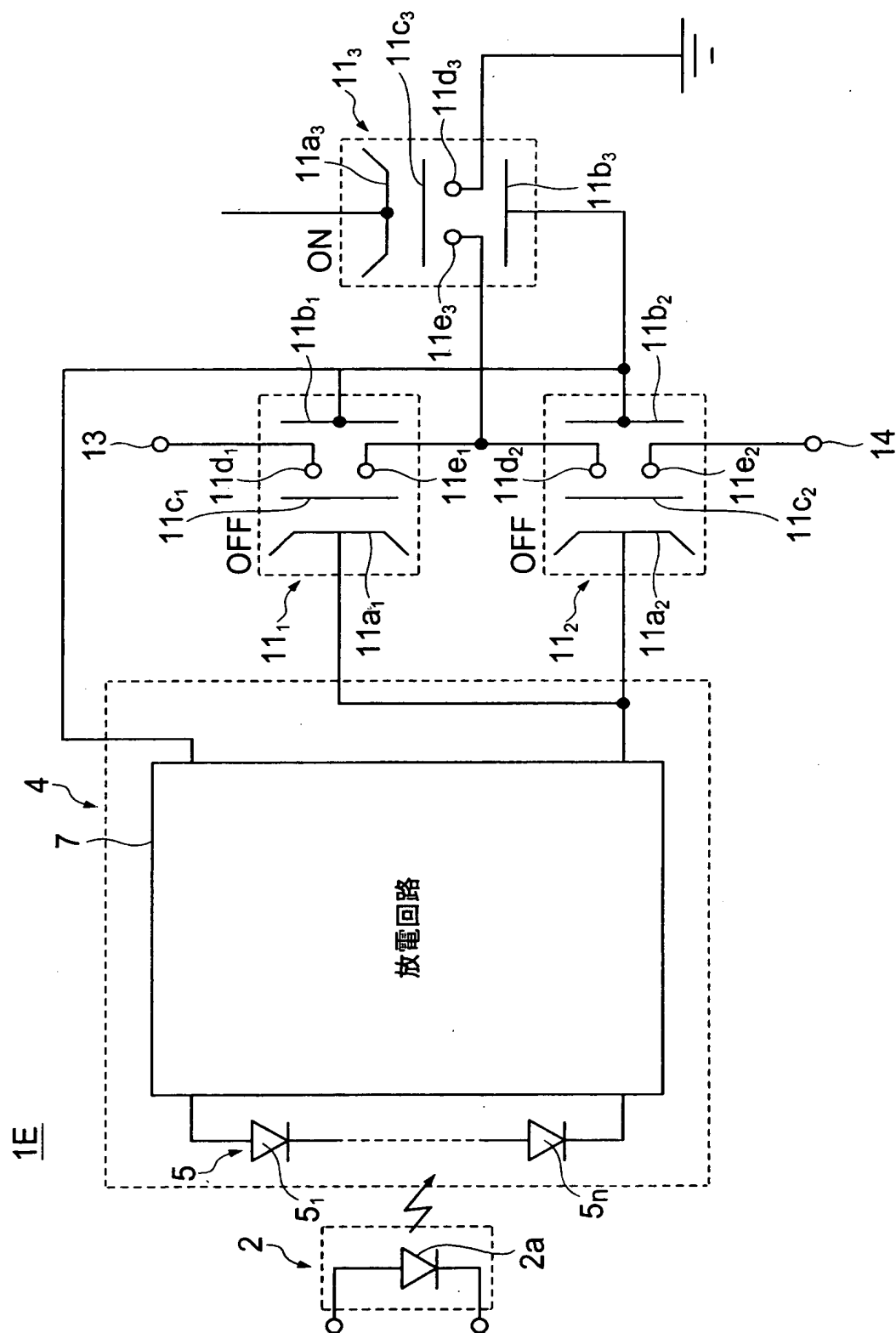
【図 5】



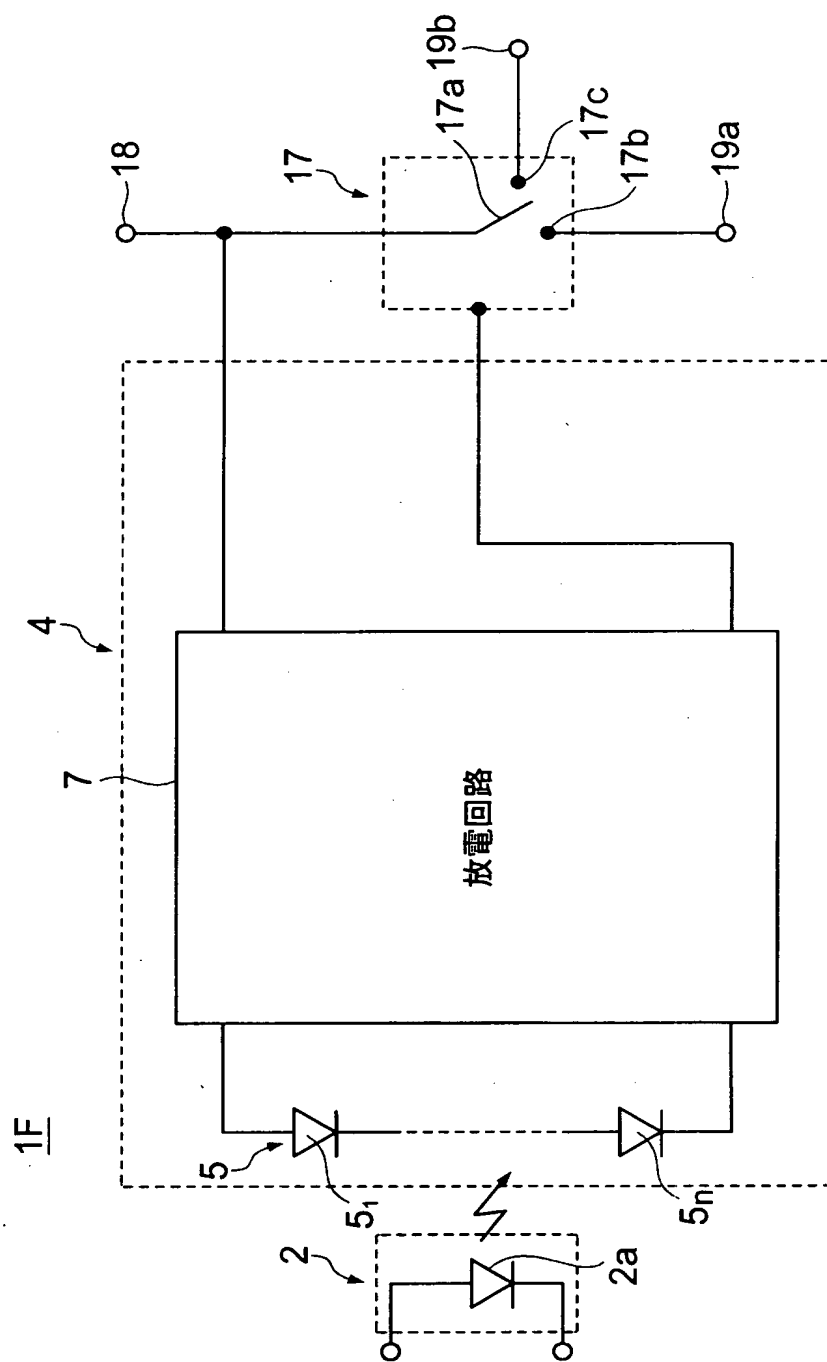
【図 6】



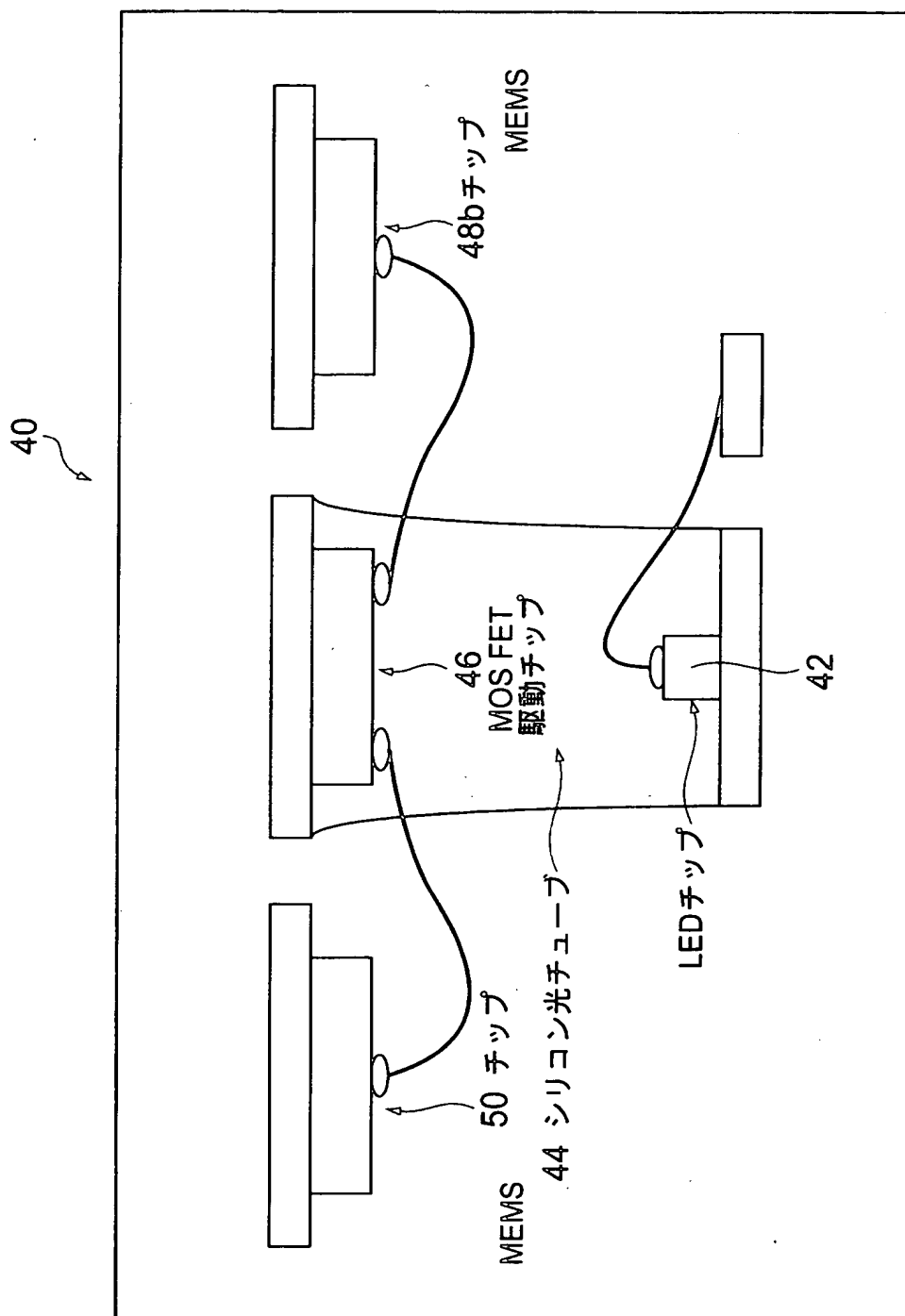
【図 7】



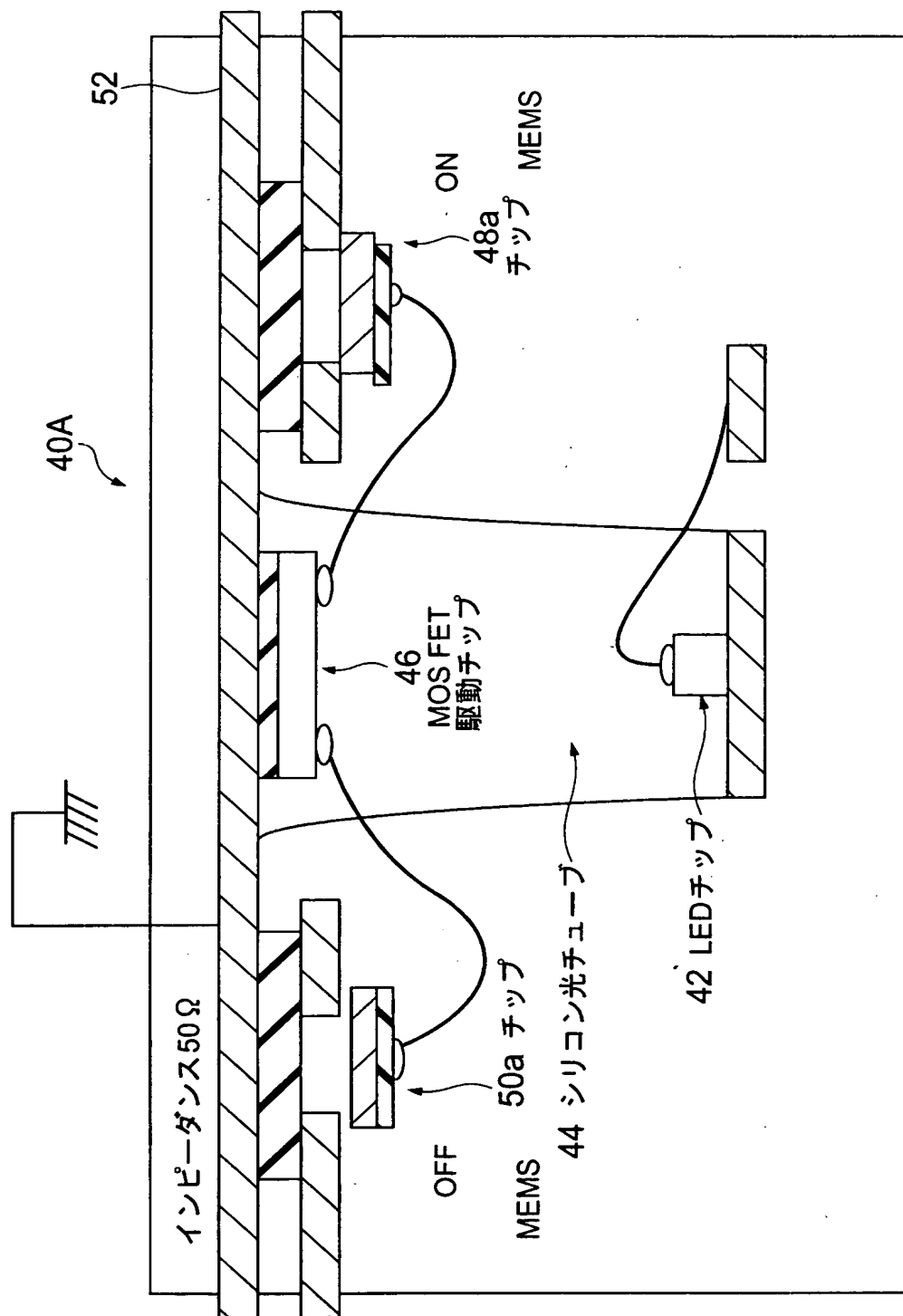
【図 8】



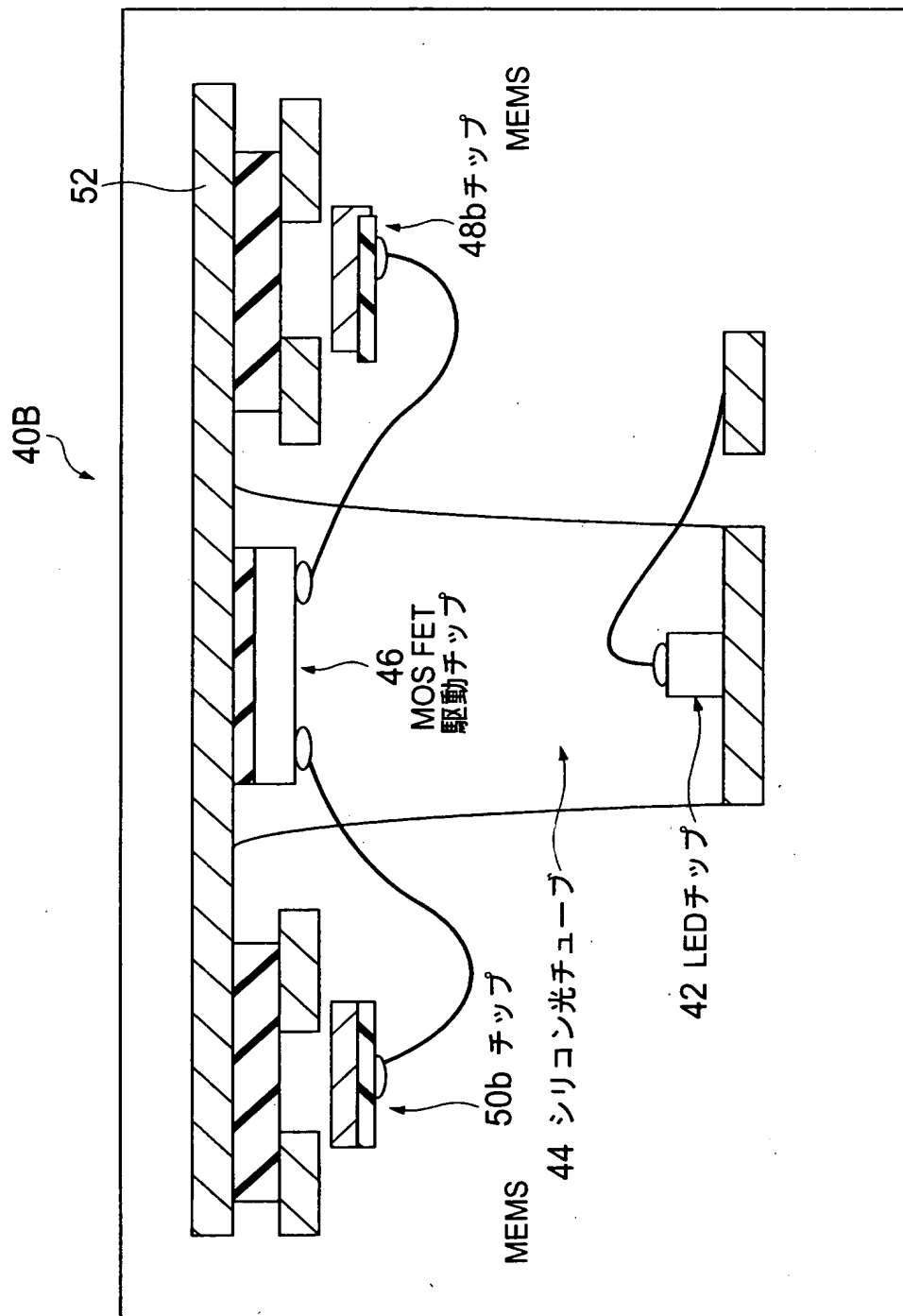
【図 9】



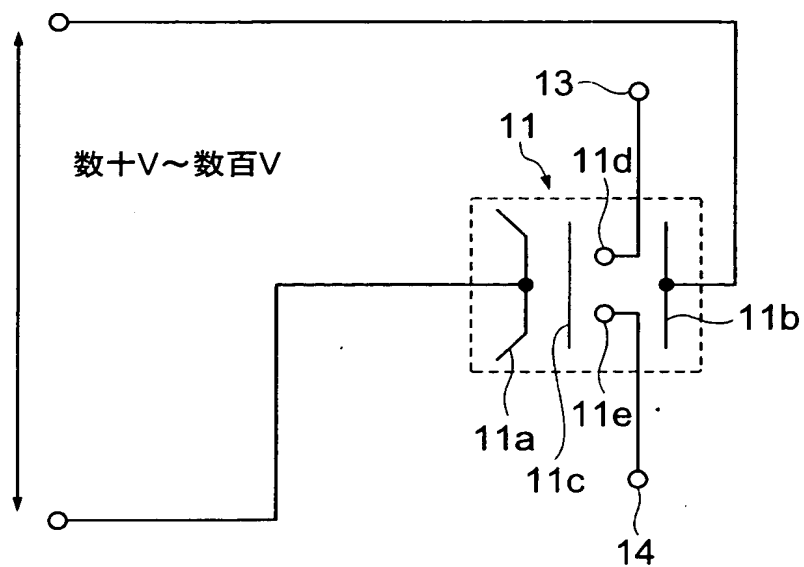
【図 10】



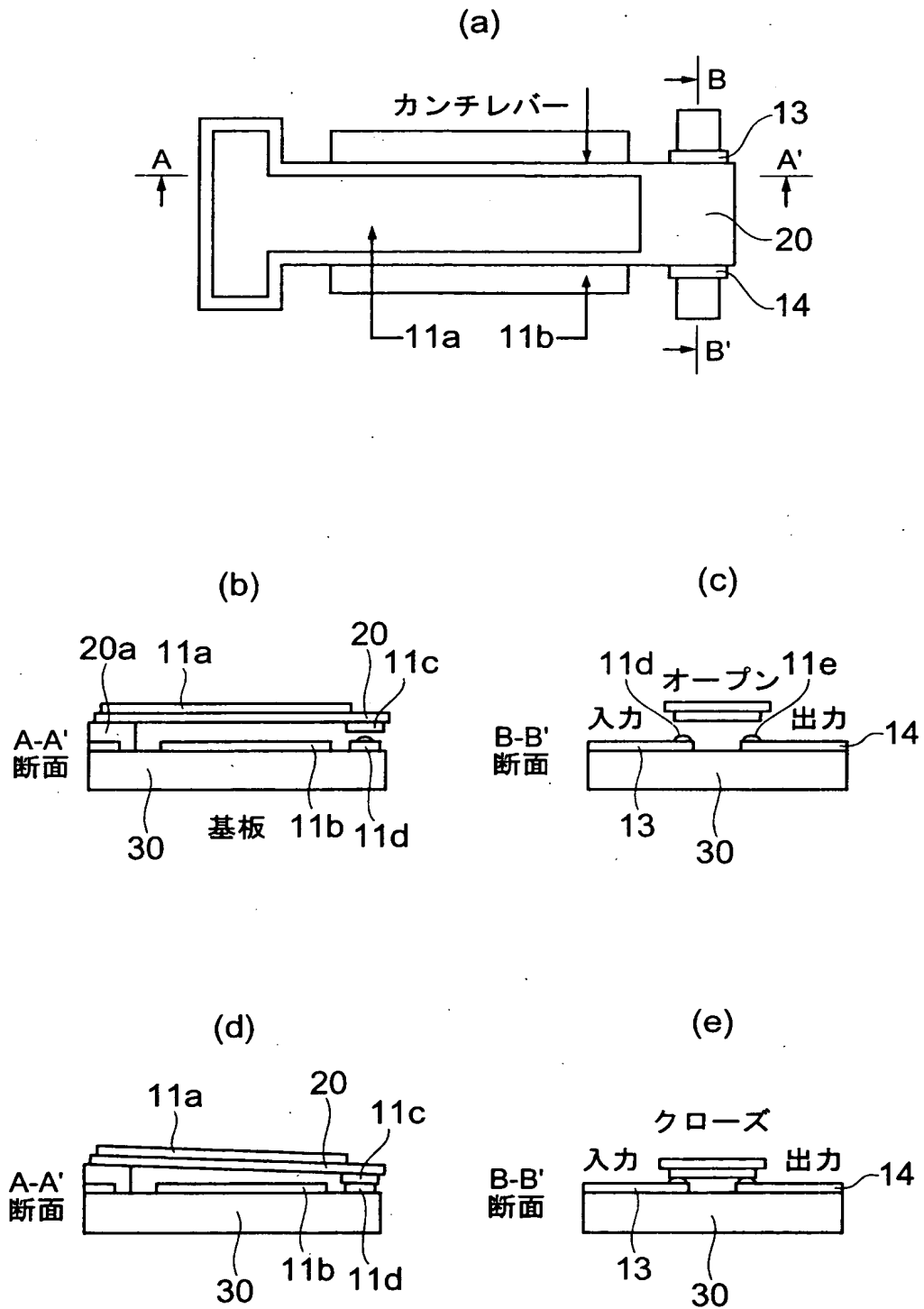
【図 11】



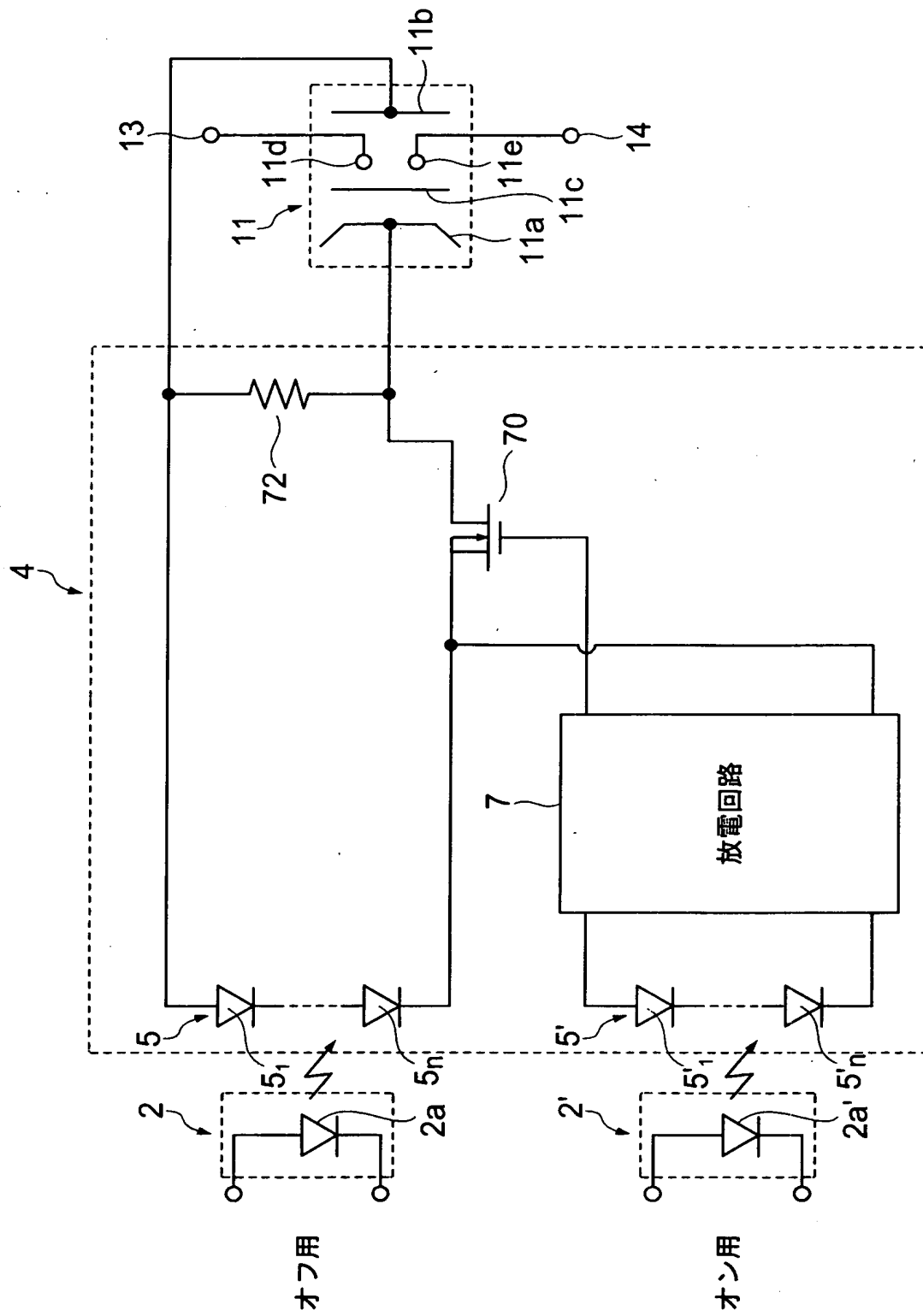
【図 12】



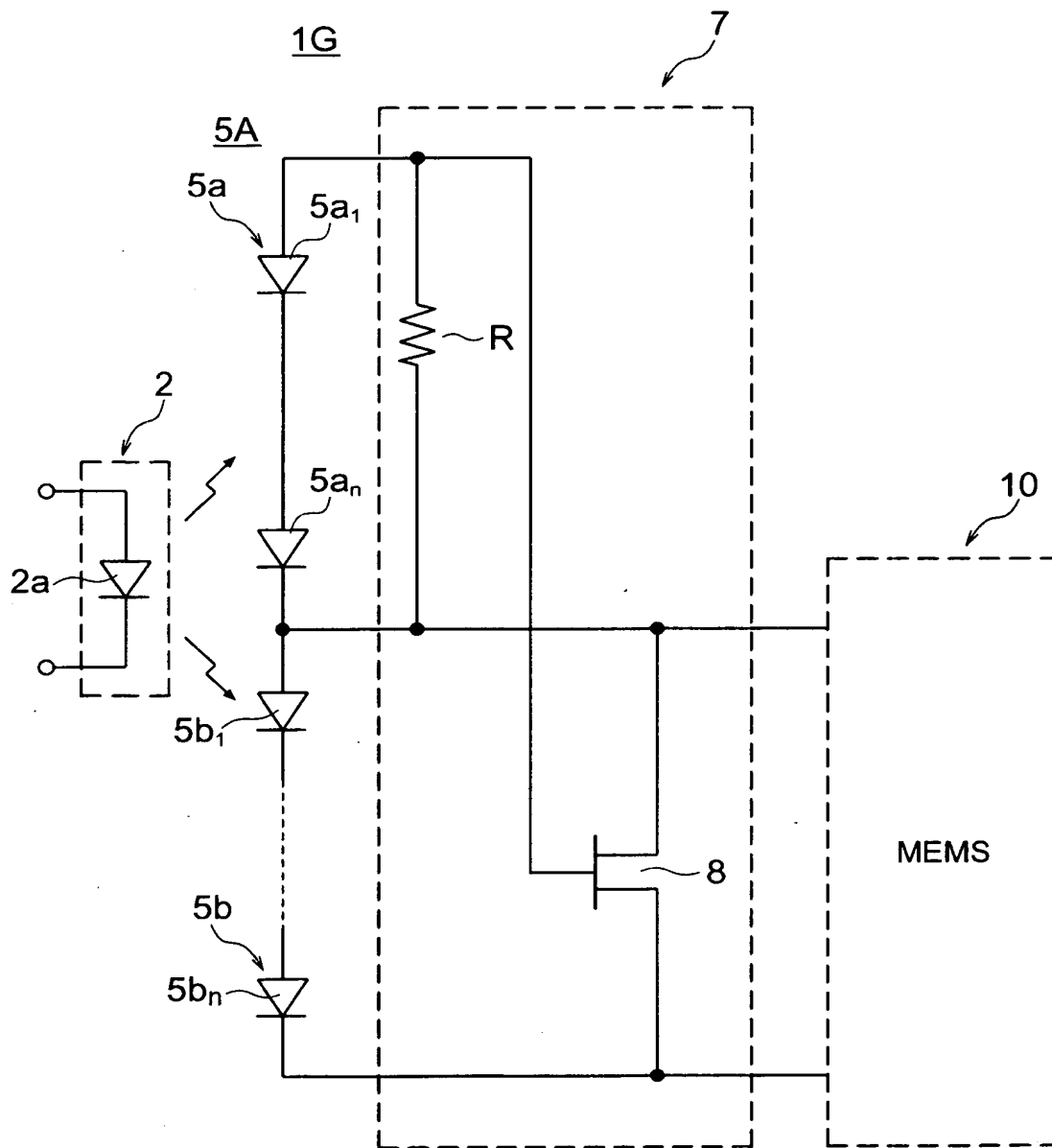
【図 13】



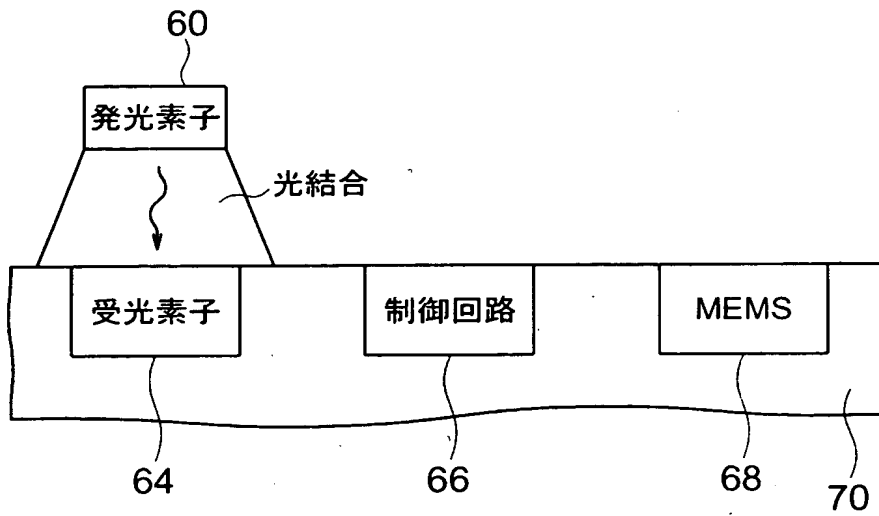
【図 14】



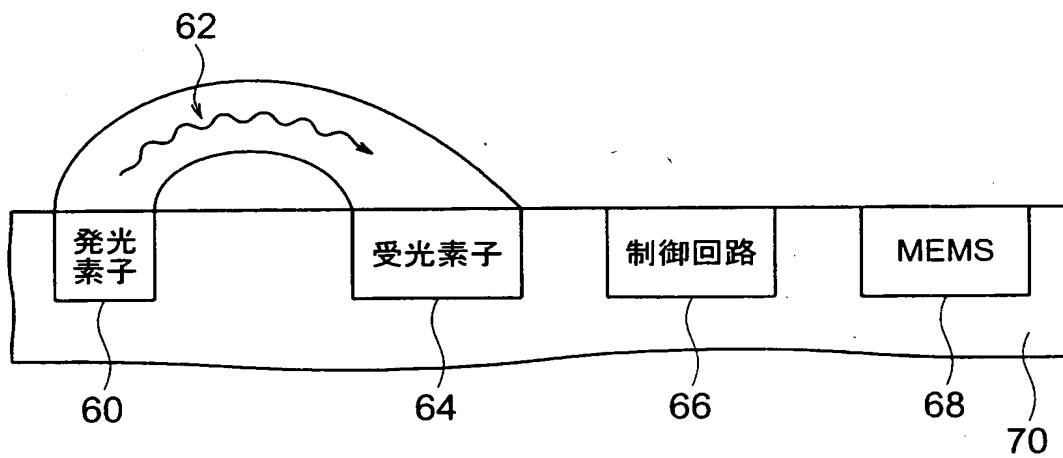
【図 15】



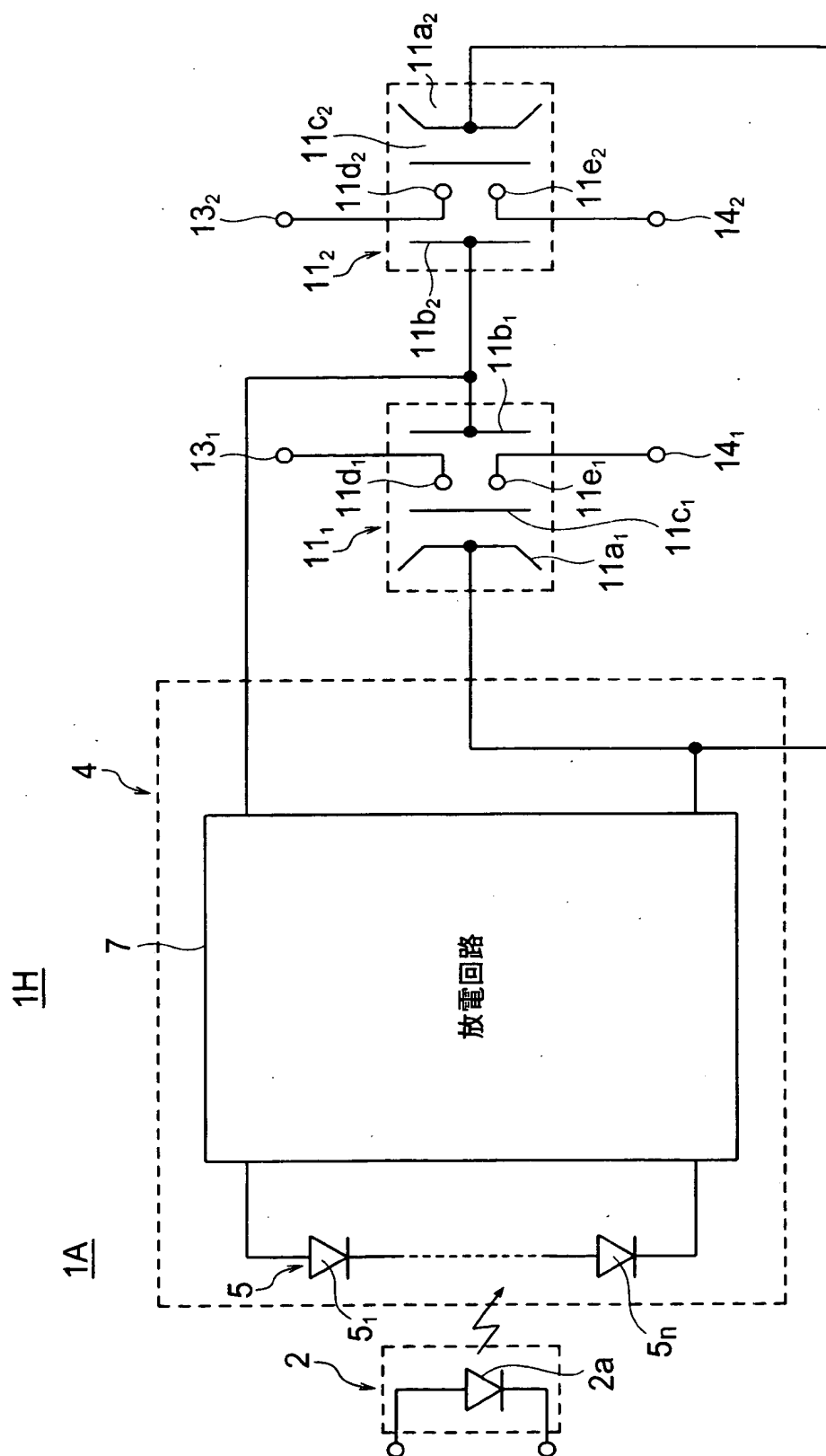
【図 16】



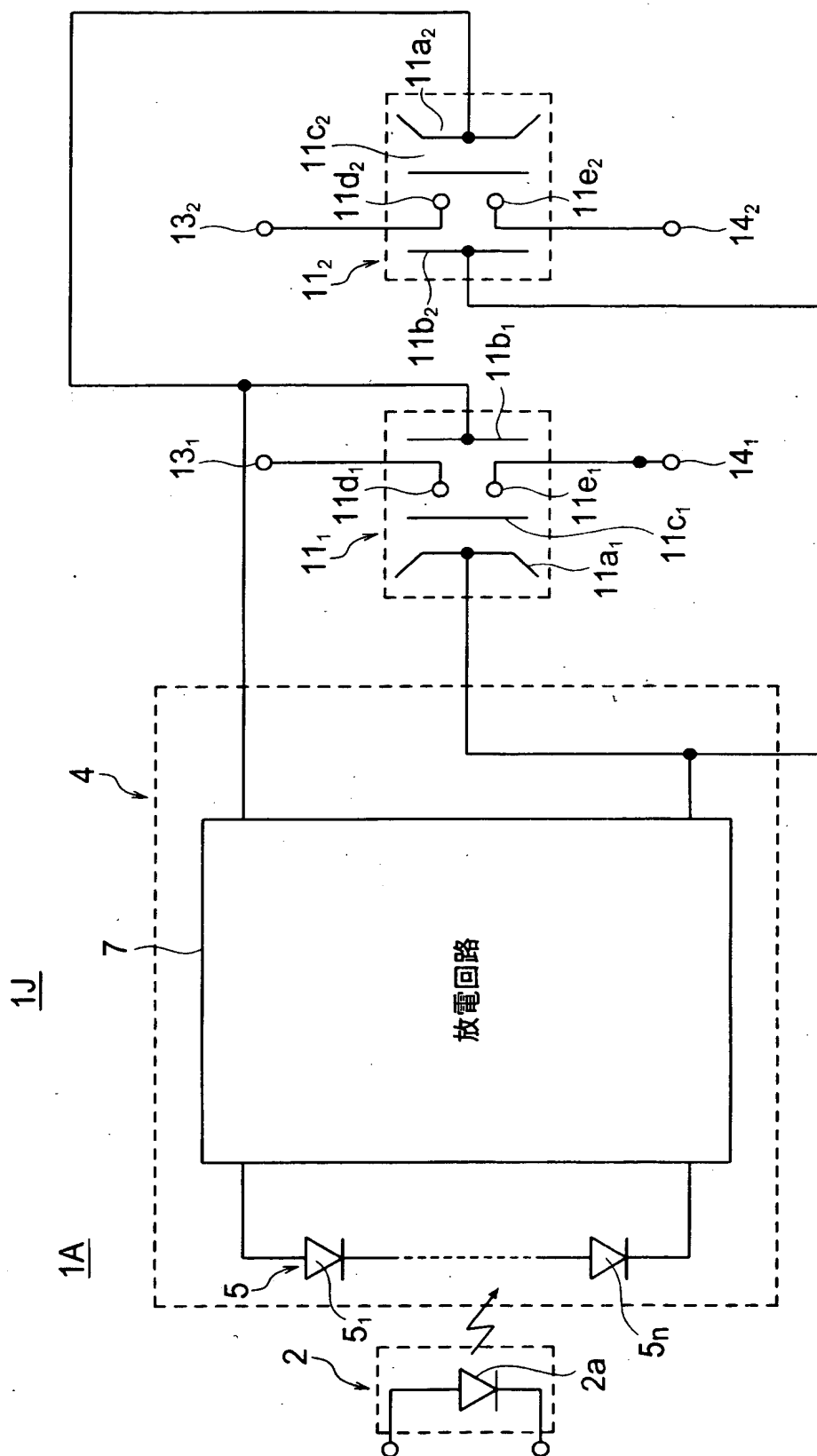
【図 17】



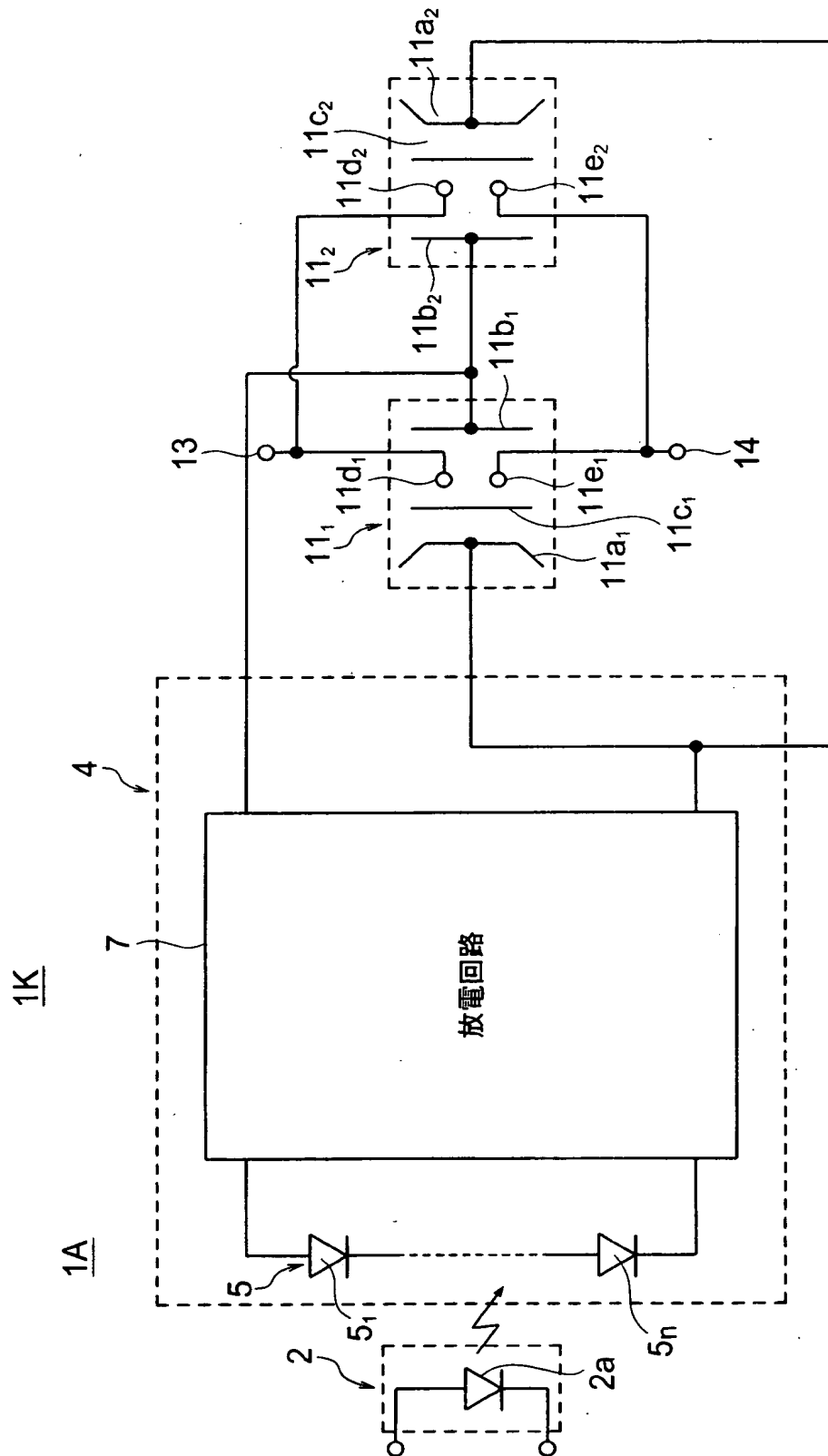
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ノイズの発生を可及的に抑制し、高い信頼性を得ることを可能にする

。

【解決手段】 発光素子 2 a を含み光を出射する発光回路 2 と、発光回路から出射された光を受け電圧を発生する受光素子 5_1 , \dots , 5_n が複数個直列に接続された直列回路を有する受光回路 5 と、受光回路によって発生された電圧によって駆動される MEMS 構造部 10 と、を備えている。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-175120
受付番号	50301026691
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成 15 年 6 月 24 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000003078
【住所又は居所】	東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号
【氏名又は名称】	株式会社東芝

【代理人】

申請人

【識別番号】	100075812
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内 3-2-3 協和特許法律事務所

【氏名又は名称】	吉武 賢次
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100088889
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 協和特許法律事務所

【氏名又は名称】	橘谷 英俊
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100082991
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 富士ビル 協和特許法律事務所

【氏名又は名称】	佐藤 泰和
----------	-------

【選任した代理人】

【識別番号】	100096921
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内 3-2-3 富士ビル 3 階 協和特許法律事務所

【氏名又は名称】	吉元 弘
----------	------

【選任した代理人】

【識別番号】	100103263
【住所又は居所】	東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 協和特許法律事務所

次頁有

認定・付加情報 (続き)

【氏名又は名称】 川崎 康

次頁無

特願 2003-175120

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2003年 5月 9日
[変更理由] 名称変更
住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝